

# Тема 6. Риски реальных инвестиций.

1. Сущность и факторы риска реальных инвестиций.
2. Базовые критерии инвестиционных решений.
3. Методы измерения и учета риска в инвестиционных решениях.
4. Анализ риска инвестиционных проектов.

# 1.

Инвестиции могут быть определены как долгосрочные, обремененные риском вложения экономических ресурсов (капитальных вложений) в целях достижения выгоды в будущем.

На практике хозяйствующие субъекты реализуют два рода инвестиций:

- реальные (вещественные) инвестиции – как в основные средства, так и в нематериальные активы (лицензии, товарные знаки, патенты, компьютерные программы);
- финансовые инвестиции - в инструменты денежного и фондового рынков.

С реальными инвестициями неразрывно связывается понятие инвестиционного проекта (мероприятия), который является физической реализацией инвестиции с определенными целями в конкретном месте и в требуемые

Инвестиционные решения являются наиболее важными экономическими решениями, потому что они имеют значительное влияние на будущее экономическое и финансовое положения субъекта, реализующего инвестиционный проект. Это, главным образом, связано с характером этих решений:

- они определяют уровень будущих прибылей;
- обременены с высоким уровнем риска;
- обычно требуют затрат значительных сумм денежных средств;
- вызывают относительно длительный период замораживания капитала и его низкую ликвидность;
- как правило, характеризуются уникальностью технологии и неделимостью объектов;
- их эффекты обычно необратимы и распространяются на ряд лет;
- их принимают на основе прогнозов будущего.

Каждый инвестиционный проект независимо от вида и величины имеет индивидуальный цикл жизни, во время которого генерирует выгоды, а также требует средств и затрат.

Типичный цикл жизни инвестиционного мероприятия охватывает:

- прединвестиционную фазу (планирование);
- фазу строительства (реализации);
- операционную (эксплуатационную) фазу;
- ликвидационную фазу.

Прединвестиционная фаза включает оценку эффективности инвестиционных проектов (мероприятий) и охватывает подготовку данных, оценку окупаемости и доходности инвестиционных мероприятий, **анализ уровня риска, связанного с их реализацией**, а также принятие на этом основании инвестиционного решения.

Инвестиционные риски – это риски связанные с принятием инвестиционных проектов и их реализацией. То есть проявление этих рисков возможно на всех фазах жизненного цикла проекта. Однако, исходя из сущности риска, он должен идентифицироваться и оцениваться в рамках прединвестиционной фазы. Вместе с тем уже при оценке проекта и принятии инвестиционного решения должны учитываться возможные риски, связанные с его будущей реализацией.

Идентификация риска, прежде всего, предполагает определение его источников, то есть явлений, которые могут наступить в будущем и будут влиять на уровень окупаемости инвестиционного проекта.

Идентифицируемые источники риска проекта должны быть по возможности наилучшим образом охарактеризованы и описаны.

К главным источникам риска инвестиционных проектов принадлежат:

- макроэкономические факторы – состояние экономики, экономическая, монетарная и фискальная политика государства, валютный курс, процессы глобализации др.;
- мезо-экономические факторы – связанные с отраслью, в которой будет реализоваться проект, например, научно-технический прогресс, уровень конкуренции, барьеры входа в отрасль и выхода из нее, изменчивость цен продукции и производственных ресурсов;
- микроэкономические факторы – вытекающие из сущности и свойств самого инвестиционного проекта и характеристик субъекта его реализующего

Подобно фондовому рынку инвестиционные риски можно разделить на две формы:

- 1) систематические, связанные с общеэкономическими факторами (состояние конъюнктуры, инфляция, курсы валют и т.п.;
- 2) риски, обусловленные спецификой конкретного проекта (несистематические).

### **Факторы и виды несистематических рисков:**

- а). Технические факторы и соответствующий им технический риск. Всегда существует неопределенность, относительно прогресса в технологиях под влиянием научно-технического прогресса. Часто проекты становятся неконкурентоспособными уже до эксплуатационной фазы.
- б). Факторы оценки и изменения стоимости проекта, обуславливают проектный риск. Оценка истинной стоимости проекта в принципе недостижима. Если ошибка оценки будет стремиться к нулю, то затраты и время проектирования будут стремиться к бесконечности.

- в). Факторы и риски нежизнеспособности проекта, главным образом связаны с отсутствием источников финансирования. Как показывает опыт выживает, то есть получает финансирование, менее 5% проектов.
- г). Налоговые факторы и риски, связаны с возможным изменением налогового законодательства, что может повлиять на окупаемость проекта.
- д). Финансовый фактор и соответственно финансовый риск, состоят в возможной недостаточности денежного потока для погашения кредитов, взятых для реализации проекта.
- е). Риск не завершения строительства. Возможность того, что выделенные деньги по проекту израсходованы, а строительство не закончено.

2. На прединвестиционной фазе проекта на основе необходимой информации об отрицательных и положительных денежных потоках, оценки риска и обоснования нормы дисконтирования проводится оценка и анализ рассматриваемых вариантов проектов с целью выбора наилучшего либо отклонения всех.

Этот анализ можно разделить на 2 этапа:

1) фильтрация проектов с помощью определенных критериев с целью отклонения неэффективных проектов.

2) анализ чувствительности и порога доходности проектов, анализ типа "что, если"? с целью отклонения проектов, не выполняющих требований по факторам риска либо ранжирования этих факторов.

Для фильтрации проектов, а также выбора самых привлекательных из них применяются различные критерии оценки. Самые популярное из них:

- Срок окупаемости (англ. Payback Period).
- Чистый приведенный доход ( NPV - Net Present Value).
- Индекс доходности ( PI - Profitability Index).
- Внутренняя норма доходности (IRR – Internal Rate of Return).

**Срок окупаемости** инвестиционного проекта является мерой, которая показывает за какой период кумулятивная сумма положительных денежных потоков, генерируемых проектом, покрывает расходы на его реализацию.

В простом варианте срок окупаемости проекта рассчитывается путем деления суммы инвестиционных затрат на среднегодовую сумму чистого денежного потока возврата инвестиций.

Дисконтированный срок окупаемости (DPB) равен числу лет за которые кумулятивная сумма приведенного чистого денежного потока сравнивается с суммой инвестиций:

$$\sum_{t=1}^{DPB} \frac{NCF_t}{(1+r)^t} = I$$

Если инвестиция не одноразовая, а охватывает несколько лет, то вычисляется дисконтированная сумма инвестиционных затрат за весь инвестиционный период.

**Чистый приведенный доход (NPV)** является единственным критерием оценки инвестиционных проектов в полной мере совместимым с основной целью деятельности фирмы, то есть максимизацией доходов владельцев, что достигается через максимизацию стоимости фирмы. Чистый приведенный доход является разностью между суммой приведенного чистого денежного потока от эксплуатации инвестиций и суммой приведенного денежного потока инвестиционных затрат, связанных с проектом.

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{NCF_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{I_t}{(1+r)^t}$$

Если мы рассчитаем чистый денежный поток за каждый год

$$\Delta_t = NCF_t - I_t$$

то NPV определяется по формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{\Delta_t}{(1+r)^t}$$

На практике норма дисконтирования может быть оценена с помощью метода суммирования (build-up), которая опирается на доходности инвестиций свободных от риска, увеличенной на премию за риск, а также на основании затратной концепции, которая опирается либо на соответственно корректируемой стоимости капитала, либо на средней взвешиваемой стоимости капитала (weighted average cost of capital, WACC), либо на стоимости собственного капитала  $k_e$ .

Метод суммирования факторов дисконтной ставки:

$$rd = rf + Pr + Pi + Pnl$$

$rd$  – норма дисконтирования;

$rf$  - доходность активов свободных от риска (процентная ставка государственных облигаций);

$P_r$  - премия за риск - чем выше риск проекта, тем большая премия;

$P_i$  - премия за инфляцию - чем большая прогнозируемая инфляция тем большая премия;

$P_{nl}$  - премия за низкую ликвидность проекта (большая продолжительность процесса инвестирования - чем большая продолжительность проекта тем большая премия).

Если  $NPV \geq 0$  то проект можно принять. Проект эффективен для данного уровня нормы дисконтирования.

Если  $NPV < 0$  то проект не эффективен для данного уровня дисконтной ставки. Его следует отклонить.

**Индекс доходности** является мерой относительной доходности проекта, вычисляемой как отношение между суммой приведенного чистого денежного потока от эксплуатации инвестиций и суммой приведенного денежного потока инвестиционных затрат, связанных с проектом.

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{NCF_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^T \frac{I_t}{(1+r)^t}}$$

Если  $PI \geq 1$ , то проект можно принять. Проект эффективен для данного уровня нормы дисконтирования.

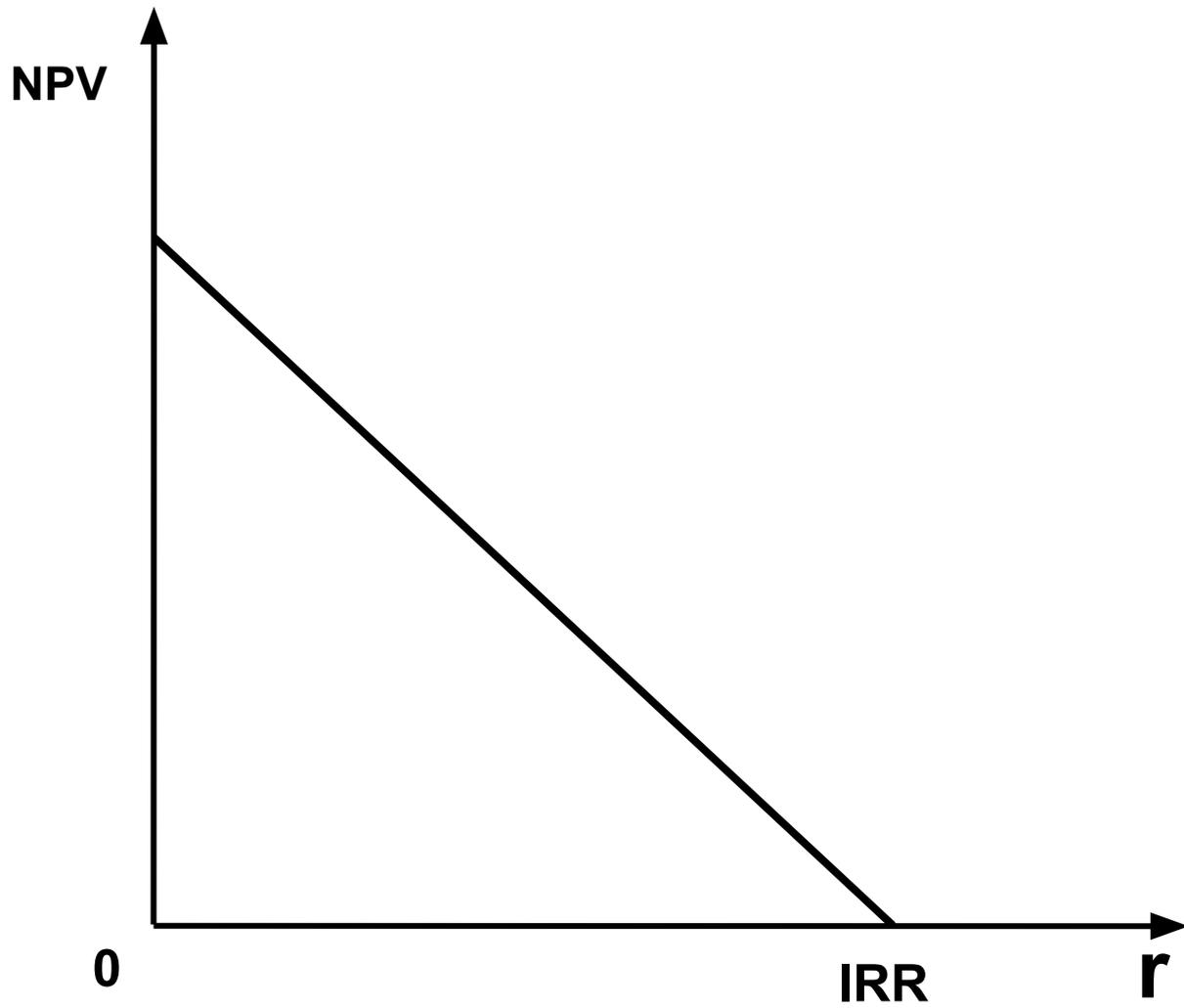
Если  $PI < 1$ , то проект не эффективен для данного уровня дисконтной ставки. Его следует отклонить.

Внутренняя норма доходности IRR - это такая норма дисконтирования, при которой NPV чистого денежного потока инвестиционного проекта равна нулю. IRR является вероятно самым популярным критерием оценки относительной доходности проектов, продолжающихся дольше, чем год.  $IRR = r$ , если

$$\sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{I}{(1+r)^t} = 0$$

или

$$\sum_{t=1}^n \frac{\Delta_t}{(1+r)^t} = 0$$



3. В первую очередь следует выбрать базовый показатель, на основе которого будет оцениваться риск проекта. Преимущественно предпочтение отдается NPV.

Применяется два основных подхода к учету риска при оценке инвестиционных проектов:

1. Корректировка на фактор риска прогнозных денежных потоков и дисконтирование скорректированных потоков по принятой для этого проекта норме дисконтирования.
2. Корректировка с учетом фактора риска нормы дисконтирования и приведении по ней денежных потоков при их среднем ожидаемом уровне.

В рамках первого подхода применяется несколько методов. Однако в основе их лежит оценка критерия оценки инвестиционного проекта при различных сценариях будущей экономической ситуации.

Как минимум рассматриваются три сценария: пессимистический, средне вероятный и оптимистический. Оценивается вероятность каждого из них.

### **Метод размаха вариации:**

1. Определяются денежные потоки проектов для каждого сценария.
2. Обосновывается норма дисконтирования для проектов.
3. Рассчитываются показатели NPV для каждого сценария по каждому проекту.
4. Определяется размах вариации NPV между сценариями в каждом проекте (максимальное значение минус минимальное).
5. Предпочтение по уровню риска отдается проекту с минимальным размахом вариации.

**Пример.** Сравняются по уровню риска два проекта с единовременными инвестициями 13 млн.руб. продолжительностью 9 лет. Норма дисконтирования 10%.

Показатели	Проект А	Проект В
Среднегодовой чистый денежный поток, млн.руб.		
Пессимистический	2,4	2,0
Средне вероятный	3,0	3,5
Оптимистический	3,6	5,0
Чистый приведенный поток, млн.руб.		
Пессимистический	0,82	-1,48
Средне вероятный	4,28	7,15
Оптимистический	7,73	15,79
<b>Размах вариации, млн.руб.</b>	<b>6,91</b>	<b>17,27</b>

Следовательно риск проекта В значительно выше.

## **Метод среднего квадратического отклонения.**

1. Определяются денежные потоки проектов для каждого сценария.
2. Обосновывается норма дисконтирования для проектов.
3. Рассчитываются показатели NPV для каждого сценария по каждому проекту.
4. Оценивается вероятность сценариев.
5. Для каждого проекта рассчитывается среднее математическое ожидание NPV, взвешенно по вероятностям сценариев.
6. Рассчитывается среднее квадратическое отклонение NPV каждого проекта.
7. Чем больше среднее квадратическое отклонение NPV, тем проект рискованнее.

# Исходные данные для оценки проектов, тыс.у.е.

<b>Показатели</b>	<b>Проекты</b>	
	<b>А</b>	<b>Б</b>
<b>Инвестиции</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Экспертная оценка денежного потока:</b>		
<b>Пессимистическая</b>		
<b>1-й год</b>	<b>20</b>	<b>20</b>
<b>2-й год</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
<b>3-й год</b>	<b>60</b>	<b>50</b>
<b>4-й год</b>	<b>70</b>	<b>30</b>

<b>Наиболее вероятная</b>		
<b>1-й год</b>	<b>40</b>	<b>60</b>
<b>2-й год</b>	<b>60</b>	<b>80</b>
<b>3-й год</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
<b>4-й год</b>	<b>100</b>	<b>60</b>
<b>Оптимистическая</b>		
<b>1-й год</b>	<b>80</b>	<b>100</b>
<b>2-й год</b>	<b>100</b>	<b>130</b>
<b>3-й год</b>	<b>120</b>	<b>140</b>
<b>4-й год</b>	<b>140</b>	<b>130</b>

Если оценивать и сравнивать проекты без учета распределения вероятностей, то есть, исходя из средних ожидаемых условий, то следует сопоставить чистый приведенный доход наиболее вероятного сценария.

$$NPV_A = 40/(1+0,2) + 60/(1+0,2)^2 + 90/(1+0,2)^3 + 100/(1+0,2)^4 - 100 = 75,3$$

Эти вычисления значительно упрощаются, если применить соответствующую функцию табличного процессора Excel: Например, если значения денежного потока размещены в ячейках с B2 по B5, то в некоторой ячейке следует записать (либо ввести с помощью мастера функций Excel) формулу:

ЧПС(20%;B2:B5).

Из полученного результата вычитается 100. Для второго варианта получим  $NPV_B = 86,57$ . Следовательно следует отдать предпочтение проекту Б.

Если учитывать распределение вероятностей сценариев, то следует сравнивать математические ожидания чистого приведенного дохода проектов:

$$M = \sum a_j x_j$$

Предварительно определим чистый приведенный доход пессимистического и оптимистического сценариев проектов:  $NPV_A^{\Pi} = 12,92$ ;  $NPV_B^{\Pi} = -12,15$ ;  $NPV_A^0 = 173,07$ ;  $NPV_B^0 = 217,32$ .

Тогда  $M_A = 12,92 \cdot 0,4 + 75,3 \cdot 0,5 + 173,07 \cdot 0,1 = 160,13$ . Аналогично  $M_B = 160,15$ . Математические ожидания чистого приведенного дохода проектов оказались почти равными, то есть проекты практически равноценны.

Для оценки риска рассчитываются средние квадратические отклонения чистого приведенного дохода:  $\sigma = (\sum(a_j - M)^2)^{1/2}$ .

$$\sigma_A = ((12,92 - 60,13)^2 \cdot 0,4 + (75,3 - 60,13)^2 \cdot 0,5 + (173,07 - 60,13)^2 \cdot 0,1)^{1/2} = 47,8. \text{ Аналогично определим, что } \sigma_B = 70,07.$$

Получаем, что риск проекта Б значительно выше риска проекта А, и поскольку математические ожидания одинаковы, следует отдать предпочтение проекту А. Таким образом оценка вероятностного распределения и риска коренным образом меняет предпочтение при выборе проекта.

4.

Для управления риском реальных инвестиций выполняется анализ относительного влияния факторов чистого денежного потока на риск проекта. Задачей этого анализа является выявление факторов, изменение которых в будущем является критическим для принятия инвестиционного решения.

Результатом выступает ранжирование факторов по степени рискованности для принимаемого инвестиционного решения. Факторами являются элементы дисконтированного чистого денежного потока, из которых он складывается при вычислении. Это объем выпуска, товарность, цена продажи, удельные переменные затраты (могут разбиваться на составляющие: заработная плата, сырье и материалы, энергоносители т.д.), постоянные затраты, сумма инвестиций, норма дисконтирования и др.

Относительно простыми методами определения степени рискованности факторов являются:

1. Анализ типа «Что если?».
2. Анализ чувствительности проекта на изменение элементов приведенного чистого денежного потока

**В анализе типа «что если?»** ищется ответ на вопрос, как изменятся денежные потоки и в конечном счете приведенный чистый доход (NPV) проекта (или другие оценочные показатели), если любая из ключевых входных переменных проекта примет определенное значение, отличающееся от принятого при расчете оценки проекта в худшую сторону. Если подготовительные и оценочные расчеты выполнялись в электронных таблицах, то такой анализ очень просто и быстро выполняется с помощью соответствующей опции «что если...». В качестве измененных значений переменных обычно применяются экспертные оценки вероятного их негативного изменения в будущем. Существенным недостатком этого метода является несопоставимость результатов по отдельным переменным.

**Анализ чувствительности** является простой аналитической техникой, заключающейся в исследовании влияния возможных отклонений в формировании основных переменных инвестиционного мероприятия на результат оценки проекта.

Предполагается, что в определенный момент в будущем может наступить возможное изменение (отклонение от прогнозируемого в проекте значения) только одной независимой переменной, а другие независимые переменные останутся на базовом уровне. При этом для всех переменных принимается одинаковое относительное изменение или одинаковый принцип расчета возможного предельного изменения при минимальном значении критерия оценки проекта.

В самом простом варианте последовательно рассчитывают варианты критерия оценки проекта при изменении одной из переменных на одинаковый процент (1%, 10%...) в негативном для эффективности проекта направлении. При этом значение критерия изменяется, и рассчитывается его процентное изменение по сравнению с базовым вариантом проекта.

$$\Delta = \frac{NPV - NPV^*}{NPV}$$

Анализ чувствительности отвечает на вопрос, на сколько процентов изменится уровень окупаемости, если значение определенной переменной изменится на X%.

Сравнивая между собой процентные изменения критерия при одинаковом относительном изменении факторов, можно выявить факторы, которые будут иметь наибольшее влияние на уровень окупаемости инвестиционного проекта. Их идентификация дает важную информацию, так как показывает

пространство генерации риска проекта

## Пример.

$n$  – 6 лет, продолжительность проекта;

$I$  – 24000 у.е. , инвестиционные затраты;

$C$  – 35 у.е., цена за 1 изделие;

$K_e$  – 26 у.е., удельные переменные затраты;

$L$  – 2500 шт., число изделий;

$K_s$  – 6000 у.е., постоянные затраты;

$A$  – 4000 у.е., амортизация;

$PD$  – 38%, налог на прибыль;

$r$  - 16%, процентная ставка за кредит;

$R_f$  – 6%, процентная ставка свободная от риска;

$K_m$  – 18%, средняя рыночная доходность;

$\beta = 1,5$ ;

$W_w$  - 50%, доля собственных капиталов;

$W_o$  – 50%, доля заемного капитала;

$PR$  - 6%, премия за риск проекта.

$K_w = R_f + \beta (K_m - R_f) = 6\% + 1,5 (18 - 6) = 24\%$  - стоимость собственного капитала.

$K_o = r^*(1 - PD) = 16\% * (1 - 0,38) = 9,92\%$  - стоимость заемного капитала.

$WACC = 0,5 * 24 + 0,5 * 9,92 = 16,96\%$  - средняя взвешенная стоимость капитала.

$r_d = K_w + PR = 24 + 6 = 30\%$  - норма дисконтирования (можно

вычислять  $r_d$  как  $K_w + PR$  либо как  $WACC + PR$ ).

$ZN = ((C - k_e) * L - K_S - A) * (1 - PD)$  - чистая прибыль.

$PPN = ((35 - 26) * 2500 - 6000 - 4000) * (1 - 0,38) + 4000 = 11750$

PPN - чистый денежный поток.

$$NPV = 11750 \frac{1 - (1 + 0,3)^{-6}}{0,3} - 24000 = 7052$$

$NPV > 0$ , можно принять проект.

В этом базовом проекте уменьшим число изделий на 10%.  
Остальные переменные остаются неизменными:

$$2500 - (2500 * 0,1) = 2250$$

$$PPN = ((35 - 26) * 2250 - 6000 - 4000) * (1 - 0,38) + 4000 = 10355$$

$$NPV = 10355 * 2,643 - 24000 = 3365.$$

$$\Delta = \frac{7052 - 3365}{7052} = 0,523$$

или 52,3%. Следовательно, при уменьшении числа изделий на 10%, NPV уменьшится на 52,3%.

Увеличим удельные переменные затраты также на 10%.

$$K_e = 26 + (26 * 0,1) = 28,6$$

$$PPN = ((35 - 28,6) * 2500 - 6000 - 4000) * (1 - 0,38) + 4000 = 7720$$

$$NPV = 7720 \frac{1 - (1 - 0,3)^{-6}}{0,3} - 2400 = -3598$$

$$\Delta = \frac{7052 - (-3598)}{7052} = 1,51$$

Или 151%. Если единичные переменные затраты возрастут на 10%, то NPV уменьшится на 151%. Таким образом имеет место высокая уязвимость этого фактора эффективности проекта.

Подобно можно изменить и рассчитать влияние изменения других параметров.

Чем выше уменьшение NPV, тем высший риск связан с этим фактором.

**Метод элиминирования**, анализа чувствительности проекта предполагает последовательное определение граничного значения отдельного фактора при неизменных значениях остальных факторов, при котором проект остается эффективным.

Анализ чувствительности отвечает в этом случае на вопрос «при каком значении независимой переменной инвестиционный проект еще рентабелен" ( $NPV=0$ ,  $IRR=r_d$ ). Проводя анализ можно также ответить на вопрос, каковы допустимые отклонения отдельных переменных, при которых инвестиционное мероприятие еще рентабельно. Анализ чувствительности дополняется информацией, касающейся уровня пределов безопасности, представляющих границу окупаемости инвестиционного проекта для каждой переменной. Пределы безопасности могут быть оценены как максимально возможные относительные отклонения факторов :

$$\frac{(Z_{gr} - Z_{baz})}{Z_{baz}}$$

Zgr- граничное значение анализируемой независимой переменной;

Zbaz- базовое значение анализируемой независимой переменной.

Другими словами: на сколько процентов можно изменить фактор, чтобы окупаемость проекта не изменилась.

Можно разместить факторы эффективности проекта по возрастанию пределов безопасности. Чем меньший уровень уязвимости, тем больший риск, связан с этим фактором.

**Например, относительно граничного изменения цены изделия.**

$$(((C - 26) * 2500 - 6000 - 4000) * (1 - 0,38) + 4000) * \frac{1 - (1 - 0,3)^{-6}}{0,3} - 24000 = 0$$

Решив это уравнение относительно переменной C, определяем граничное значение цены **Cgr=33,28 у.е.**

$$V = \frac{(35 - 33,28)}{35} = 0,049$$

Если цена изделия уменьшится больше чем на 4,9%, то проект должен быть отклонен, так как NPV станет меньше нуля.

**Относительно изменения удельных переменных затрат.**

$$\left( \frac{((35 - k_e) * 2500 - 6000 - 4000) * (1 - 0,38) + 4000}{0,3} - 24000 \right) * (1 - 0,2)^{-6} = 0$$

$$K_{egr} = 27,72 \text{ у.}$$

e.

$$V = \frac{(27,72 - 26)}{26} = 0,066$$

Удельные переменные затраты не могут возрасти более чем на 6,6% при условии соблюдения неотрицательности NPV.

Расчитав подобным образом граничные отклонения всех переменных проекта можно их ранжировать по возрастанию.

N	Фактор	V
1	Цена	0,049
2	Удельные переменные затраты	0,066
3	Число изделий	0,1913
4	Инвестиционные издержки	0,294
5	Норма дисконтирования	0,443
6	Налог на прибыль	0,562
7	Постоянные затраты	0,717